

철도차량용 능동현가 구성품 시제 성능 평가

Performance evaluation of the active suspension components for rolling-stock

*#허현무¹, 유원희¹, 박노철²

*#H. M. Hur(hmhur@krri.re.kr)¹, W.H.You¹, N.C.Park²

¹한국철도기술연구원 고속철도연구본부, ²연세대학교 기계공학과

Key words : Rolling-stock, Active auspension, Component

1. 서론

철도차량의 고속화에 따른 진동특성 악화를 예방하고 승차감을 향상시키기 위하여 철도차량용 능동현가기술에 대한 연구가 국내외에서 진행되고 있다. 현재 이와 관련된 연구는 철도차량의 차체 횡방향 진동을 제어하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 일본, 독일 등에서는 실용화 단계에 있다. 국내에서는 본 연구가 진행 중에 있으며 능동현가시스템의 구성요소인 능동액추에이터와 제어기, 그 주변장치에 대한 시제 개발이 진행되고 있다. 본 논문에서는 이와 관련되어 철도차량용 능동현가 구성품 시제에 대한 성능 확인을 위한 시험규격(안) 도출과 이에 의거한 성능 평가 결과에 대하여 기술하고자 한다.

2. 능동현가시스템

현재 개발 중인 능동현가시스템은 Fig. 1과 같이 능동제어기술을 이용하여 차체의 횡방향 진동을 저감시켜 횡방향 승차감을 향상시키기 위한 능동현가시스템이다.

시스템 구성은 진동가속도 센서, 액추에이터, 파워팩, 제어기로 구성된다. 진동가속도센서는 차체에 장착되어 차체의 진동을 감지한다. 감지된 신호는 제어기로 입력되어 진동을 저감시키기 위한 제어 출력신호를 발생하고 이 신호는 파워팩으로 입력된다. 파워팩은 액추에이터를 구동시키기 위한 파워를 공급하기 위한 장치로 제어기 신호에 따라 액추에이터 구동에 필요한 파워신호를 출력한다. 이 신호는 액추에이터를 구동시키고 진동이 최소화 되도록 피드백 기능이 수행된다.

본 논문에서는 철도차량 능동현가시스템 개발을 위하여 구성요소인 액추에이터, 파워팩, 제어기

를 설계하였고 시제를 개발하였다. Fig. 2는 능동현가시스템 구성품 구성을 나타낸다.

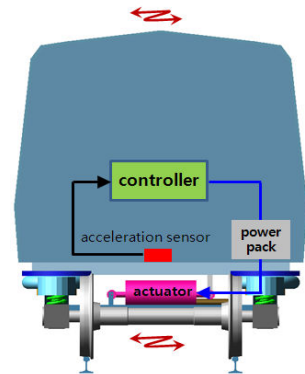


Fig. 1 Active suspension system



Fig. 2 Active suspension components

3. 성능시험

개발된 시제의 성능을 검증하고 실용화 시 제품규격안 확보를 위하여 철도차량용 능동현가시스템 규격안을 도출하였다. 능동현가시스템 규격안은 개발품의 철도 안전 및 신뢰성 확보를 위하여 철도용품관련 성능 및 신뢰성 시험 시 활용되는 제반 규정을 참조하여 도출하였다. 본 규격에는 적용범위, 구성, 구조 및 형식, 필요조건, 검사 및

시험, 합격수준에 대하여 명시하였다. Fig. 2는 능동현가시스템 구성품 구성을 나타낸다. 검사항목은 치수와 외관검사를 포함하였고 시험항목은 성능, 환경(온도), 전자파적합성, 진동, 내구시험을 포함하였다. 그리고 이 규격안에 의거하여 개발된 능동현가시스템 구성품인 액추에이터, 제어기, 파워팩에 대하여 시험을 수행하였다.

진동 제어를 위한 구동장치인 액추에이터에 대한 특성시험 결과는 Fig. 3, Fig. 4와 같다. 목표 사양인 추력 10kN 이상의 추력 발생을 확인하였다. 그리고 주파수 대역폭 목표 사양인 10Hz도 충분히 달성함을 확인하였다. 신뢰성 시험관련 KS R 9214에 의거한 -25°C 저온과 +60°C 고온 조건하에서의 환경시험, KS R 9144규격 2종 B를 적용한 진동시험 전후의 기능시험 결과도 이상이 없음을 확인하였다. 그리고 진폭 5mm, 주파수 3Hz, 작용하중 5,000N 조건하에서 100만회 수행한 내구시험 결과도 Fig. 6과 같이 목표 사양에 부합하였다.

제어기에 대해서는 기본동작시험, 기능시험, 통신시험, ADC/DAC 속도 특성에 대한 성능시험과 진동, 환경(온도)시험을 수행하였다. 그리고 KS C IEC 61000-4-2 ~ 6에 의거한 전자파적합성 시험을 수행하였다. 시험한 전 시험 항목에 대하여 목표 사양을 충족하였고 이상이 없음을 확인하였다.

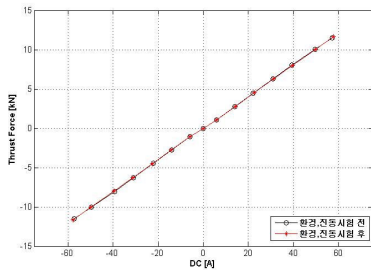


Fig. 3 Actuator force

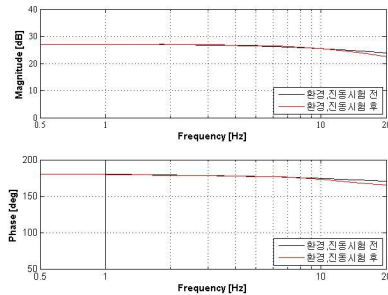


Fig. 4 Actuator frequency response

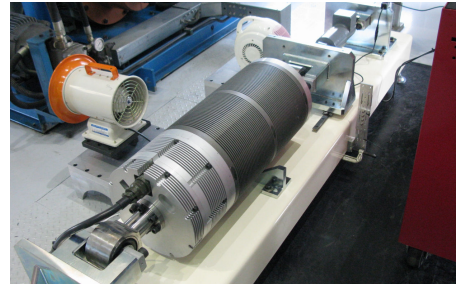


Fig. 5 Reliability test

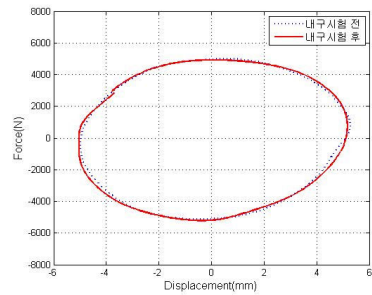


Fig. 6 Result of reliability test

파워팩에 대해서도 절연저항, 내전압, 기동 및 정지, 출력전압, 입력전압가변시험, 방수시험, 환경(온도), 진동, 전자파적합성에 대한 시험을 수행하였고 목표 사양과 비교하여 부합함을 확인하였다.

4. 결론

철도차량용 능동현가시스템 개발을 위한 구성품 시제를 개발하였고 성능 검증 및 신뢰성 확보를 위한 시험을 수행하였다.

구성품인 액추에이터, 제어기, 파워팩 시제에 대하여 수행한 시험 결과 각 구성품의 목표 사양을 충족함을 확인하였다. 그리고 신뢰성 확보를 위하여 수행한 환경(온도), 진동, 내구, 전자파적합성 시험결과 이상이 없음을 확인하였다. 본 논문에서 성능이 확인된 구성품 시제는 향후 시험차량에 적용하여 능동현가시스템의 진동 제어 성능을 시험하는 데 활용될 계획이다.

참고문헌

1. 허현무, 박준혁, 유원희, "철도차량 능동형 주행장치 기술 동향", 한국정밀공학회춘계학술대회논문집, pp.1559-1560, 2011.